



**Impacto de um programa de treino funcional de alta
intensidade na alteração de fatores de risco cardiometabólico
de adolescentes com sobrepeso**

Dissertação apresentada com vista à
obtenção do 2º Ciclo em Atividade Física e
Saúde, da Faculdade de Desporto da
Universidade do Porto, ao abrigo do decreto
de lei nº, 74/2006 de 24 de Março

Orientador: Professor Doutor Daniel Gonçalves

Co-orientador: Professor Doutor José Oliveira

Orientando: Carolina Canotilho

Porto, 2017

Canotilho, C. (2017). Impacto de um programa de treino funcional de alta intensidade em circuito na alteração de fatores de risco cardiometabólico de adolescentes com sobrepeso. Porto: Carolina Canotilho. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

(Palavras-chave: OBESIDADE; PERFIL METABÓLICO; ADOLESCENTES; EXERCÍCIO; TREINO COMBINADO; TREINO EM CIRCUITO; INTENSIDADE)

“there was nothing to fear, and nothing to doubt”

Thom Yorke

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Daniel Gonçalves, pelo constante apoio, interesse e disponibilidade demonstradas ao longo desta etapa.

À Escola Secundária João Gonçalves Zarco, por me ter acolhido neste projecto.

Aos meus Pais, pelo conforto, companheirismo e compreensão.

À minha Tia, por me ter deixado ser um pouco mais feliz, sempre que lhe pedi.

À cidade do Porto, por ser e ter sido o que nunca esperei que pudesse ser.

Obrigada.

Índice Geral

Agradecimentos	iv
Índice de Tabelas	viii
Índice de Figuras	ix
Resumo	xi
Abstract	xiii
1 Introdução.....	1
2 Estrutura do trabalho	2
3 Revisão da literatura.....	3
3.1 Definição, epidemiologia e classificação da obesidade	3
3.2 A obesidade e o tecido adiposo	6
3.3 A obesidade e a sua relação com os fatores de risco cardiometabólicos	8
3.4 O papel do exercício físico na obesidade e nos factores de risco cardiometabólicos	9
4 Trabalho experimental	15
4.1 Resumo	17
4.2 Introdução.....	18
4.3 Metodologia	19
4.3.1 Partipantes.....	19
4.3.2 Desenho do estudo.....	19
4.3.3 Avaliação da composição	20
4.3.4 Avaliação da pressão arterial e frequência cardíaca	20
4.3.5 Avaliação bioquímica.....	21
4.3.6 Análise de dados	21
4.4 Resultados.....	21
4.5 Discussão	25
4.6 Conclusão	28
4.7 Bibliografia.....	29

5	Conclusão.....	32
6	Bibliografia	33
7	Anexos.....	37
7.1	Microciclo 1 – Treino 1	37
7.2	Microciclo 1 – Treino 2	37
7.3	Microciclo 1 – Treino 3	38
7.4	Microciclo 2 – Treino 4	39
7.5	Microciclo 2 – Treino 5	39
7.6	Microciclo 2 – Treino 6	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Impacto de programas de treino aeróbio em factores de risco cardiometabólicos	12
Tabela 2 - Impacto de programas de treino combinado em factores de risco cardiometabólicos	13
Tabela 3 - Impacto de programas de alta intensidade e curta duração na alteração da pressão arterial e do perfil metabólico	14

Índice de Figuras

Figura 1 - Panorama da obesidade a nível mundial	3
Figura 2 - Tecido adiposo branco saudável e tecido adiposo branco danificado	8
Figura 3 - Amostra do estudo ao longo do processo avaliativo	22
Figura 4 - Impacto do programa de treino nas variáveis antropométricas nos três momentos de avaliação	23
Figura 5 - Impacto do programa de treino nas variáveis hemodinâmicas nos dois momentos de avaliação	23
Figura 6 - Impacto do programa de treino nas variáveis bioquímicas nos dois momentos de avaliação	24
Figura 7 - Impacto do programa de treino nas variáveis bioquímicas nos dois momentos de avaliação	24

Resumo

Introdução: A obesidade assume-se como um problema de saúde pública, sendo considerada o “Novo Síndrome Mundial”, não fugindo Portugal à regra. Os riscos associados à saúde encontram-se bem descritos. A prática regular de exercício físico assume-se como uma ferramenta de primeira linha no combate à obesidade na adolescência. Todavia, diferentes tipos de exercício físico assumem um impacto diferenciado na alteração do perfil metabólico, surgindo um esforço crescente na optimização das características e impacto dos programas de exercício físico, com o objectivo de melhorar os seus efeitos na variável em estudo. A literatura demonstra que programas de treino combinado (programa de treino em circuito de alta intensidade) promovem melhorias no perfil lipídico em adultos sedentários obesos. No entanto, pouco se sabe relativamente ao impacto deste tipo de treino na alteração do perfil lipídico em jovens com sobrepeso ou obesidade. **Objectivo:** O presente estudo pretende: i) avaliar o estado de arte relativamente ao impacto de diferentes programas de treino em factores de risco cardiometabólico de jovens com sobrepeso; ii) avaliar o impacto de um programa de treino em circuito de alta intensidade de curta duração em factores de risco cardiometabólico de adolescentes com sobrepeso. **Material e Métodos:** Para a caracterização do estado de arte, foi efectuada pesquisa na base de dados PubMed/Medline, originando o trabalho de revisão apresentado na primeira parte do presente documento. Relativamente ao trabalho experimental, foram analisados dados de 18 adolescentes ($16,78 \pm 0,94$ anos e $28,01 \pm 3,93$ kg/m²) que participaram num programa de treino de alta intensidade em circuito (3 dias/semana, 60 min./dia; 2,5 meses). Foram avaliados antes da primeira sessão e no final do programa as seguintes variáveis: Peso Corporal (PC), Índice de Massa Corporal (IMC), Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD), Frequência Cardíaca (FC), Colesterol, Glucose, Triglicerídeos, Lipoproteínas de Baixa Densidade (LDL) e Lipoproteínas de Alta Densidade (HDL). **Resultados:** A revisão efectuada, permite sugerir que o impacto do exercício físico aeróbio ou resistido sobre todos os factores de risco cardiometabólicos é limitado. Contudo, o treino combinado,

particularmente quando organizado em circuito de alta intensidade, parece ser eficaz. O nosso trabalho experimental mostra que o programa de treino em circuito de alta intensidade resultou em alterações significativas no peso corporal (-1,19%), IMC (-0,39%), PAS (-11,06%), PAD (-1,94%), colesterol (-57,59%), glucose (-9,13%) e LDL (-57,78%) **Conclusão:** O nosso estudo sugere que o treino em circuito de alta intensidade é eficaz na melhoria de factores de risco cardiometabólico, suportando a sua utilidade na melhoria da saúde de jovens adolescentes, com sobrepeso.

Palavras-Chave: OBESIDADE; PERFIL METABÓLICO; ADOLESCENTES; EXERCÍCIO; TREINO COMBINADO; TREINO EM CIRCUITO; INTENSIDADE

Abstract

Introduction: Obesity is assumed to be a public health problem, being considered the "New Global Syndrome", and Portugal is not an exception. The implications for health are serious and are relatively well characterized. Regular physical exercise has been recognized as a promising strategy for the control of overweight and obesity in adolescents. However, there has been growing evidence that different types of physical exercise have a distinct impact on the modulation of metabolic profile. Thus, there has been a growing effort to optimize the characteristics of exercise training programs in order to maximize their effects on the variable of interest. Studies in obese sedentary adults show that the use of combined training (high intensity circuit training) promotes marked improvements in lipidic profile. However, little is known about how this type of training improves lipidic profile in overweight or obese adolescents. Aims: The present study has the following aims: i) to evaluate the state of the art regarding the impact of different training programs on cardiometabolic risk factors of overweight and obese children; ii) to evaluate the impact of a short circuit high-intensity training program on cardiometabolic risk factors of overweight and obese adolescents. Material and Methods: To characterize the state of the art, a search was performed in the PubMed / Medline database, which gave rise to the review work presented in the first part of this document. Regarding the experimental work, data from 18 adolescents ($16,78 \pm 0,94$ anos e $28,01 \pm 3,93$ kg/m²) participated in a high-intensity circuit training program (3 days / week, 60min./day, 2.5 months). The following variables were evaluated before the first session and at the end of the program: Body Weight (BW), Body Mass Index (BMI), Systolic Blood Pressure (SBP), Dyastolic Blood Pressure (DBP), Heart Rate (HR), Cholesterol, Glucose, Triglycerides, Low Density Lipoproteins (LDL) and High Density Lipoproteins (HDL). Results: Our review suggests that the impact of aerobic or resistance physical exercise on body composition is limited. However, combined training, particularly training organized as high-intensity circuitry, appears to be effective. Our experimental work shows that the high-intensity circuit training program resulted in significant changes in body weight (-

1,19%), BMI (-0.39%), SBP (-11,06%), DBP (-1,94%), cholesterol (-57,59%), glucose (-9,13%) and LDL (-57,78%). Conclusion: Our study suggests that high-intensity circuit training is effective in improving cardiometabolic risk factors, supporting its usefulness for improving the health of overweight and obese adolescents.

Keywords: OBESITY; METABOLIC PROFILE; ADOLESCENTS; EXERCISE; COMBINED TRAINING; CIRCUIT TRAINING; INTENSITY

1. Introdução

A obesidade, traduzida pela acumulação de tecido adiposo (Kopelman, 2000), apresenta-se, hoje em dia, como um problema de saúde pública (Nammi, Koka, Chinnala, & Boini, 2004). A sua prevalência, desde a década de 1980, aumentou em cerca de 200%, sendo que 2 bilhões de adultos apresentam uma condição de sobrepeso e 600 milhões de obesidade (Ofori-Asenso, Agyeman, Laar, & Boateng, 2016). Esta tendência é igualmente verificada em sectores etários mais jovens, sendo que em 2013 se registaram 42 milhões de casos de crianças com excesso de peso ou obesidade (Filipe, Godinho, & Graça, 2016). As condições de sobrepeso e obesidade encontram-se intimamente relacionadas com o aparecimento e desenvolvimento de problemas e complicações de saúde, nomeadamente hipertensão arterial, síndrome metabólica, doença cardíaca isquémica, resistência à insulina, problemas osteoarticulares, apneia do sono e asma (Peters, 2014). Para além da prática regular de exercício físico, que se assume como uma medida de primeira linha no combate à obesidade, a sensibilização das populações mais jovens para a adopção de uma alimentação equilibrada e variada, parecem modular, de forma eficaz os factores associados ao aumento dos riscos cardiometabólicos (Faeh, 2012; Hoque, Mannan, Long, & Al Mamun, 2016).

Apesar do inegável benefício do exercício físico regular na prevenção do excesso de peso e obesidade na adolescência, a evidência não parece ser tão marcada no tratamento e melhoria do perfil cardiometabólico. De facto, a literatura é mais escassa relativamente ao efeito do treino resistido ou combinado (ou que comparam o efeito de diferentes tipos de exercício) na alteração do perfil metabólico. Assim, considerando essa limitação, torna-se importante esclarecer qual o tipo de exercício físico mais eficaz na melhoria do perfil metabólico em adolescentes com sobrepeso e obesidade. No sentido de contribuir para esse esclarecimento, o presente trabalho focou-se no impacto do treino combinado (programa em circuito de alta intensidade) em adolescentes com sobrepeso e obesidade.

2. Estrutura do trabalho

Esta dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos. O capítulo 1 corresponde à introdução, onde é feita uma apresentação geral do presente trabalho. No capítulo 2, é apresentada a revisão da literatura, onde se procurou sistematizar a informação relativa à obesidade e ao impacto do exercício físico na composição corporal de adolescentes com sobrepeso e obesidade. No capítulo 3, é apresentado o estudo experimental que realizamos, com o título “Impacto de um programa de treino funcional de alta intensidade na alteração de factores de risco cardiometabólico de adolescentes com sobrepeso”. No capítulo 4, são apresentadas as conclusões do presente estudo. Por fim, no capítulo 5, são apresentadas as referências bibliográficas que suportaram a realização do presente trabalho.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Definição, epidemiologia e classificação da obesidade

A obesidade, traduzida pela acumulação de tecido adiposo, resulta de um de desequilíbrio entre a ingestão e as necessidades energéticas do organismo, resultante, sejam elas para a realização de qualquer tipo de actividade ou sustentação dos processos de crescimento (Kopelman, 2000). Apresenta-se, hoje em dia, como um problema de saúde pública de enorme relevância, sendo mesmo considerada o “Novo Síndrome Mundial” (Nammi et al., 2004). A sua prevalência, desde a década de 1980, aumentou em cerca de 200%, sendo que 2 biliões de adultos apresentam uma condição de sobrepeso e 600 milhões de obesidade (Ofori-Asenso et al., 2016), afectando países de todos os continentes (Figura 1).



Figura 1: Panorama da obesidade a nível mundial. Organização Mundial de Saúde, 2013

Esta tendência é igualmente verificada em sectores etários mais jovens, sendo que em 2013 se registaram 42 milhões de casos de crianças com excesso

de peso ou obesidade (Filipe et al., 2016). Em Portugal, a predominância destas condições é igualmente observada. Segundo a Direção-Geral da Saúde (2015), crianças entre os 10 e os 18 anos, apresentam uma prevalência de excesso de peso e obesidade de 30% e 8%, respectivamente (Filipe et al., 2016). De referir que estas crianças se encontram em risco acrescido de se tornarem adultos com excesso de peso ou obesidade, contribuindo para uma maior probabilidade de morbilidade precoce (Camarinha, GraÇA, & Nogueira, 2016).

O excesso de peso e a obesidade são geralmente classificados segundo a interpretação do IMC (Índice de Massa Corporal), que se traduz na equação resultante da divisão do peso corporal (kg) pelo quadrado da altura (metros) do indivíduo (Ofori-Asenso et al., 2016). A classificação destas condições segundo este método, permite não só efetuar comparações de forma simples e imediata entre populações, bem como identificar os indivíduos em risco de morbilidade e mortalidade (Kopelman, 2000).

Através da interpretação da Tabela 1, dos respectivos IMC e dos seus pontos de corte, é possível observar a categorização do sobrepeso e a divisão das diferentes classes de obesidade, assim como a probabilidade de contração de problemas e complicações de saúde descritas na figura 2, nomeadamente hipertensão arterial, síndrome metabólica, doença cardíaca isquémica, resistência à insulina, problemas osteoarticulares, apneia do sono e asma (Peters, 2014). Também nas faixas etárias mais baixas, as consequências do excesso de peso e obesidade se fazem sentir, incluindo não só problemas a nível de saúde física, coincidentes com os anteriormente descritos, como também repercussões a nível psicológico, social e comportamental, como baixa autoestima, isolamento social, insucesso escolar, discriminação, depressão e diminuição da qualidade de vida em geral (Camarinha et al., 2016). A predominância observada a nível global destas condições, é transversal a ambos os géneros, à idade, raça e estatuto sócio-económico, podendo mesmo ser observado que a percentagem de indivíduos que se situam no intervalo mais elevado da obesidade ($IMC > 40 \text{ kg/m}^2$) tem sofrido uma evolução proporcional mais acentuada, quando comparada com a percentagem de indivíduos que

apresentam IMC correspondente à classe mais baixa de obesidade ($\text{IMC} < 35 \text{ kg/m}^2$) (Wright & Aronne, 2012).

A etiologia da obesidade é complexa, resultando da interação de variados factores, sejam eles genéticos, fisiológicos, sociais, ambientais, ou até mesmo políticos (Stein, Mroch, De Berg, & Flanagan, 2011; Wright & Aronne, 2012). Múltiplos factores associados à rápida urbanização, com a consequente diminuição do número de zonas verdes, aliada à acessibilidade a novas tecnologias, parecem contribuir para o aumento da taxa de sedentarismo, traduzido na ausência de tempo dedicado à prática de atividade física. Estes factores, juntamente com a adopção de uma dieta desequilibrada parecem assumir-se promotores da acumulação de tecido adiposo (Beja, Ferrinho, & Craveiro, 2014; Bhuiyan, Zaman, & Ahmed, 2013; Hariri & Thibault, 2010). Também outros factores associados ao aparecimento e desenvolvimento desta condição parecem assumir uma relevância científica para que aqui sejam descritos. Crianças cujos pais apresentem a condição de sobrepeso ou obesidade, com baixos índices de educação, nascidos com peso acima da média ou iniciado a ingestão precoce de uma dieta baseada em alimentos sólidos parecem apresentar maior risco de obesidade (Yi, Yin, Chang, & Xiao, 2012).

O impacto económico associado ao aumento de número de casos destas condições, é na verdade, um dos principais factores no que à intervenção e prevenção destes casos diz respeito. Os custos diretos e indiretos dos países ocidentais europeus rondam os 0,09% a 0,61% da receita bruta dos mesmos. Com o objectivo de reduzir a despesa relacionadas com o combate à obesidade, as intervenções não farmacológicas propostas pela União Europeia e Organização Mundial de Saúde parecem ganhar uma nova importância e dimensão, sejam elas a sensibilização das populações mais jovens para a adopção de uma alimentação equilibrada, variada, bem como o incentivo à prática regular de exercício físico (Faeh, 2012; Hoque, Mannan, Long, & Al Mamun, 2016; Lehnert et al., 2013; von Lengerke & Krauth, 2011)

2.2. A obesidade e o tecido adiposo

O tecido adiposo foi, durante décadas, somente considerado um local de armazenamento de energia, detentor de algumas particularidades interessantes, nomeadamente a de isolamento térmico e suporte mecânico para outras estruturas importantes do corpo humano (Rosen & MacDougald, 2006). Contudo, com a descoberta da leptina, hormona secretada pelos adipócitos, o estudo do tecido adiposo ganhou uma nova dimensão, tendo vindo a ser progressivamente reconhecido o seu papel enquanto regulador essencial de toda a homeostasia corporal, influenciando não só o balanço energético corporal, como também o metabolismo da glucose, a pressão arterial e funções imunológicas, entre outras (Meek & Morton, 2016; Rosen & MacDougald, 2006).

De acordo com as suas características histológicas e funcionais, o tecido adiposo pode ser dividido em tecido adiposo castanho (TAC) e tecido adiposo branco (TAB) (Cinti, 2016). O TAB é forado por adipócitos de grande volume, constituídas por uma única gotícula lipídica que predomina em toda a estrutura organizacional da célula, chegando a ocupar 90% do volume total da mesma. Este tecido corresponde ao principal local de armazenamento lipídico (Cinti, 2016), influenciando também diversos processos biológicos nomeadamente angiogénese, pressão arterial e coagulação sanguínea (Wronska & Kmiec, 2012). Por sua vez, o TAC, é formado por adipócitos poligonais com cerca de metade do tamanho dos adipócitos brancos, com núcleo central e numerosas mitocôndrias, estando a sua função associada à termogénese, no qual a energia é dissipada sob a forma de calor (Cinti, 2016).

Os adipócitos brancos e castanhos são providos de diferentes sistemas vasculares e nervosos, verificando-se, por exemplo, que a rede vascular no caso dos castanhos é cerca de seis vezes superior à dos brancos, devido não só à sua elevada atividade metabólica, como também à necessidade de transportar energia sob a forma de calor a todo o corpo (Cinti, 2016).

Hoje sabe-se também que o tecido adiposo é um órgão “plástico”, na medida em que, perante determinadas circunstâncias, o TAB pode adquirir características do TAC. De facto, quando expostos a estímulos (ex: frio,

administração de agonistas dos receptores adrenérgicos β , como noradrenalina), a quantidade de adipócitos castanhos tende a aumentar (Cinti, 2016). Também o exercício físico parece ser capaz de estimular este processo, não só através do aumento das atecolaminas, mas também através da secreção de miocinas, como a irisina (Cinti, 2016). Por outro lado, quando o balanço energético é positivo, um possível mecanismo de armazenamento da energia excedentária passa pela conversão dos adipócitos castanhos em brancos. Esta capacidade de “mutação” celular também designada por transdiferenciação torna evidente que é possível reprogramar o genoma celular, consoante diferentes estímulos fisiológicos (Cinti, 2016).

O tecido adiposo pode também ser classificado consoante a sua localização, podendo ser encontrados em depósitos subcutâneos (tecido adiposo subcutâneo) ou viscerais (tecido adiposo visceral). Como sugerido pela própria nomenclatura, o adipócito branco visceral pode ser encontrado na periferia dos órgãos internos, na cavidade abdominal e no mediastino. Por sua vez, os adipócitos brancos subcutâneos caracterizam-se como sendo uma camada de gordura subcutânea, localizada na hipoderme (Wronska & Kmiec, 2012). A localização afecta a funcionalidade fisiológica dos mesmos, havendo maior atividade hormonal e metabólica nos adipócitos brancos viscerais, influenciando, por exemplo, a homeostasia da glicose e metabolismo lipídico, estando também estes depósitos de tecido adiposo muito implicados no aparecimento e desenvolvimento de complicações metabólicas, cardiovasculares e alguns tipos de cancro (Rosen & MacDougald, 2006; Spalding et al., 2008; Wronska & Kmiec, 2012).

A excessiva acumulação de tecido adiposo visceral e consequente desregulação do metabolismo lipídico corporal assenta sobretudo na hipertrofia dos adipócitos (Rocha-Rodrigues et al., 2017), acompanhada pelo aumento da produção de citocinas pro-inflamatórias, diminuição da vascularização e aumento da acumulação de fibrose (Figura 4).

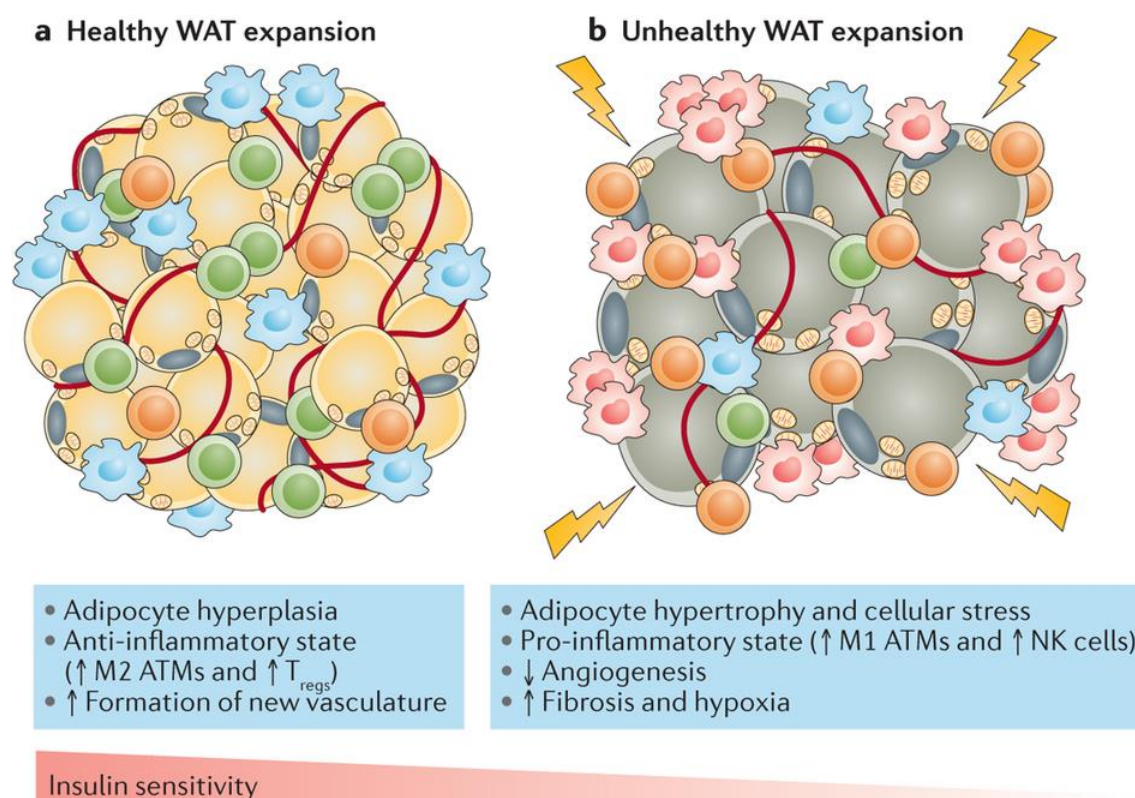


Figura 2: Tecido adiposo branco saudável e tecido adiposo branco danificado (Rosen & MacDougald, 2006)

2.3. A obesidade e a sua relação com os fatores de risco cardiometabólicos

O síndrome metabólico pode traduzir-se na junção dos factores de risco metabólicos e cardiovasculares, nomeadamente pressão arterial elevada, hiperglicémia, dislipidemia, e obesidade, que se associa quase de forma automática a doenças cardiovasculares e diabetes tipo II (Alberti et al., 2010; Gallagher, Leroith, & Karnieli, 2010). Muitos são os factores que parecem estar relacionados com o aparecimento e proliferação deste síndrome, de onde se

destacam mais uma vez os baixos níveis de exercício físico, dieta desequilibrada e factores genéticos e ambientais (Gallagher et al., 2010).

A precisão da identificação de indivíduos que tendam a desenvolver o síndrome metabólico, pode e deve facilitar a identificação e prevenção de doenças associadas. Devido à complexidade do mesmo, o diagnóstico baseado no estudo dos níveis de biomarcadores inflamatórios (pro-inflamatórios e anti-inflamatórios) assume-se como um meio eficaz na identificação destes casos clínicos (de Gonzalo-Calvo et al., 2010; Licht, de Geus, & Penninx, 2013). Por exemplo, concentrações crónicas elevadas dos biomarcadores TNF- α (Factor de Necrose Tumoral) e interleucinas pro-inflamatórias encontram-se positivamente associadas a elevadas taxas de obesidade, a um estado sistémico inflamatório, e a um aumento da resistência à insulina (Hermsdorff et al., 2012). A acumulação lipídica, expressa na circunferência abdominal e na elevada quantidade de triglicerídeos no sangue, relaciona-se de igual forma com o desenvolvimento dos factores de risco cardiometabólicos (Taverna, Martínez-Larrad, Frechtel, & Serrano-Ríos, 2011).

A exercício físico e a sua prática são considerados meios cruciais no que à prevenção e redução do número de casos de obesidade dizem respeito, associando-se a uma melhoria dos factores de risco associados a esta condição, nomeadamente a diminuição de percentagem de massa gorda, com consequente aumento de percentagem de massa magra, estabilização de concentrações lipídicas e hormonais sanguíneas, como a a insulina e citocinas – secretadas pelo tecido adiposo. (Monteiro et al., 2015; Silva et al., 2015).

2.4. O papel do exercício físico na obesidade e nos factores de risco cardiometabólicos

A prática regular de exercício físico é considerada como uma medida de primeira linha no combate à obesidade e à modulação dos factores de risco cardiometabólicos. Na tentativa de verificar como se encontra o estado de arte sobre este tópico, realizamos uma pesquisa que, embora não obedeça às regras de uma revisão sistemática, foi por conveniência limitada a: i) trabalhos

publicados nos últimos 8 anos, ii) que caracterizavam o impacto de exercício físico em fatores de risco cardiometabólicos em adolescentes com sobrepeso ou obesos, iii) e que caracterizavam muito bem o programa de exercício. Como podemos observar nas tabelas 2,3 e 4, existem vários estudos que utilizam diferentes tipos de exercício e que suportam o efeito benéfico do exercício. De facto, de um modo geral, todos os tipos de exercício parecem resultar em algumas melhorias, embora a magnitude desse efeito benéfico apresente variações dependendo da variável em análise, entre diferentes tipos de exercício, bem como entre programas com características diferentes mas que têm por base o mesmo tipo de exercício.

De um modo geral, a literatura aponta para o treino aeróbio e combinado como os tipos de exercício físico mais eficazes na melhoria da pressão arterial, frequência cardíaca, composição corporal, glicose, perfil lipídico (colesterol, LDL, HDL e triglicerídeos), quando prescritos juntos de populações com excesso de peso ou obesidade (Alkahtani, King, Hills, & Byrne, 2013; Donnelly et al., 2009; Fleck, Mattie, & Martensen III, 2006) (Monteiro et al., 2015; Zorba, Cengiz, & Karacabey, 2011). O treino combinado, que como próprio nome sugere, combina os dois tipos de treino acima mencionados, para além de, aparentemente, apresentar uma eficácia ainda maior na diminuição dos factores de risco associados à obesidade, parece garantir uma melhoria mais acentuada e em menos tempo, ocupando por isso, um lugar de destaque no estudo de programas de treino adequados a estas populações de risco (Ho, Radavelli-Bagatini, Dhaliwal, Hills, & Pal, 2012) (de Albuquerque Filho et al., 2014; Elmahgoub et al., 2009; Monteiro et al., 2015) (Little, Safdar, Wilkin, Tarnopolsky, & Gibala, 2010).

Foi possível depreender da análise da literatura que as respostas fisiológicas associadas à realização do treino combinado são tanto maiores quanto mais elevada for a intensidade das sessões de treino. Recentemente, tem surgido o interesse numa outra forma de organizar o treino combinado, consistindo em treino em circuito de alta intensidade de curta duração, que conjuga exercício aeróbio e exercício de força que utilizam o próprio peso corporal do indivíduo, mantendo dessa forma, a frequência cardíaca elevada

durante a totalidade da sessão de treino. É caracterizado por períodos de repouso curtos intercalados por períodos de grande sobrecarga funcional, permitindo realizar um grande dispêndio energético durante uma sessão de treino de duração total mais reduzida. A principal razão pela qual o tempo de repouso entre exercícios deve ser mínimo prende-se com o facto de que a frequência cardíaca, pressão arterial e o stress fisiológico gerado pela alta intensidade de treino, se mantenham elevados durante a totalidade de tempo que compõem a sessão de treino (Logan, Harris, Duncan, & Schofield, 2014). Contudo, durante a elaboração da presente revisão da literatura, não encontramos trabalhos em que o treino em circuito de alta intensidade tenha sido avaliado em adolescentes. Atendendo a que permanece por esclarecer qual o tipo de exercício (ou combinação de exercícios) mais eficaz para melhorar o perfil cardiometabólico de adolescentes obesos, é importante avaliar os potenciais benefícios do treino em circuito de alta intensidade. Estudos efectuados em adultos obesos sugerem que os indivíduos submetidos a este tipo de trabalho apresentaram uma redução superior da percentagem de peso corporal, massa gorda, pressão arterial, triglicérideos, lipoproteínas de alta densidade, colesterol e um aumento mais acentuado do valor das lipoproteínas de baixa densidade.

Assim sendo, parece-nos oportuno estudar o impacto de um programa de treino em circuito de alta intensidade na modulação dos factores de risco cardiometabólicos, junto a uma população de adolescentes com sobrepeso e/ou obesidade.

Tabela 1: Impacto de programas de treino aeróbio em factores de risco cardiometabólicos

Referência	Objectivo	Amostra	Protocolo	Tipo de Treino	Resultados
(Zorba et al., 2011)	Efeito do treino aeróbio em crianças obesas	40 crianças do género masculino (11±1) divididas em 2 grupos de 20 – controlo e intervenção	<ul style="list-style-type: none"> • 12 semanas • 3 x semana ○ Aquecimento 10-15 min ○ March/corrida 20-45 min ○ Retorno à calma 10-15 min 	Aeróbio	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Corporal ↓ 8 % (*) • IMC ↓ 18 % (*) • LDL ↓ 23 % (*) • HDL ↑ 12 % (*) • Triglicérideos ↓ 6 % (*) • Colesterol ↓ 9 % (*)
(Silva, Andersen, Lofrano-Prado, Barros, Freitas Jr, et al., 2015)	Comparar os efeitos de um treino aeróbio de alta intensidade com um programa de treino aeróbio de baixa intensidade	43 jovens obesos com idades compreendidas entre os 13 e 18 anos de idade (14 rapazes e 29 raparigas) divididos aleatoriamente entre o grupo de alta intensidade (n=20) e baixa intensidade (n=23)	<ul style="list-style-type: none"> • 12 semanas • 3 x semana ○ Grupo de treino aeróbio de alta intensidade realizou corrida a uma velocidade corresponde ao limite ventilatório ○ Grupo de treino aeróbio de baixa intensidade realizou corrida a uma velocidade 20 % abaixo do limite ventilatório 	Aeróbio	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Corporal ↓ 3 % (*) • IMC ↓ 3 % (*) • LDL ↓ 7 % • HDL ↑ 6 % • Glucose ↓ 2 % • Triglicérideos ↓ 1 % • Colesterol ↓ 3 %
(Monteiro et al., 2015)	Efeito do treino aeróbio em adolescentes obesos	18 jovens obesos (11,42±1,02) – 8 raparigas e 10 rapazes	<ul style="list-style-type: none"> • 20 semana • 3 x semana ○ Marcha/corrida 50 minutos ○ 65% do pico VO2, com progressivo aumento de intensidade até 85% do VO2 	Aeróbio	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Corporal ↓ 1 % (*) • IMC ↓ 5 % (*) • LDL ↓ 34 % • HDL ↑ 8 % (*) • Triglicérideos ↓ 21 % (*) • Colesterol ↓ 21 %

Legenda: ↓Diminuição versus 1ª avaliação; ↑Aumento versus 1ª avaliação; ↔Sem diferenças versus 1ª avaliação; PAS = Pressão Arterial Sistólica; PAD = Pressão Arterial Diastólica; IMC = Índice de Massa Corporal; LDL = Lipoproteínas da Baixa Densidade; HDL = Lipoproteínas de Alta Densidade; (*) = Diferença Estatisticamente Significativa (p<0,05)

Tabela 2: Impacto de programas de treino combinado em factores de risco cardiometabólicos

Referência	Objectivo	Amostra	Protocolo	Tipo de Treino	Resultados
(Elmahgoub et al., 2009)	Efeito de um programa de treino combinado em adolescentes obesos com problemas mentais	30 jovens obesos com idades compreendidas entre os 14 e 22 anos de idade divididos em 2 grupos de 15 – controlo e intervenção	<ul style="list-style-type: none"> • 10 semanas • 3 x semana ○ Aquecimento 5 min ○ Cicloergómetro 10 min ○ Treino de força 10 min ○ Stepping 10 min ○ Treino de força 10 min ○ Retorno à calma 5 min 	Combinado	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Corporal ↓ 2 % (*) • IMC ↓ 4 % (*) • LDL ↓ 17 % (*) • HDL ↑ 16,36 % (*) • Triglicérides ↓ 34 % (*) • Colesterol ↓ 8 % (*)
(Mendelson et al., 2015)	Efeito de um programa de treino combinado em adolescentes obesos	20 jovens obesos (14,9±1,6)	<ul style="list-style-type: none"> • 12 semanas • 3 x semana ○ Exercício aeróbio 30 min ○ Exercício Força 20 min ○ Retorno à calma 10 min 	Combinado	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Corporal ↔ • IMC ↔ • LDL ↓ 4 % • HDL ↔ • Triglicérides ↓ 11 % • Colesterol ↓ 4 % • Glucose ↑ 2 %
(de Albuquerque Filho et al., 2014)	Efeito de um programa de treino combinado em adolescentes obesos	26 jovens obesos com idades compreendidas entre os 12 e 15 anos de idade (12 raparigas e 14 raparigas)	<ul style="list-style-type: none"> • 16 semanas • 3 x semana ○ Aquecimento 10 min ○ Exercício aeróbio em cicloergómetro 23 min ○ Treino de força 30 min ○ Retorn à calma 	Combinado	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Corporal ↑ 7 % (*) • IMC ↓ 6 % • LDL ↓ 32 % (*) • HDL ↑ 17 % (*) • Triglicérides ↓ 28 % (*) • Colesterol ↓ 24 % (*) • Glucose ↓ 7 %
(Monteiro et al., 2015)	Efeito de um programa de treino combinado em adolescentes obesos	14 jovens obesos (11,42±1,34) – 5 raparigas e 9 rapazes	<ul style="list-style-type: none"> • 20 semanas • 3 x semana ○ Treino aeróbio 50% tempo ○ Treino de força 50% tempo (iniciar a 55% de 1 RM com progressivo ↓ volume e ↑ intensidade) 	Combinado	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Corporal ↓ 0,3 % (*) • IMC ↓ 2 % (*) • LDL ↓ 46 % (*) • HDL ↑ 13 % (*) • Triglicérides ↓ 18 % (*) • Colesterol ↓ 27 %
(Nascimento et al., 2016)	Efeito de um programa de treino combinado em jovens obesos	117 jovens obesos foram divididos em 2 grupos – controlo (n=37) e intervenção (n=80)	<ul style="list-style-type: none"> • 8 meses • 2 x semana ○ Aquecimento 25 min ○ Teino aeróbio 30 min ○ Treino de força 30 min ○ Retorno à calma 5 min 	Combinado	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Corporal ↑ 2 % • IMC ↓ 1 % • HDL ↑ 3 % (*) • Triglicérides ↓ 3 % • Colesterol ↓ 2 % • Glucose ↓ 2 %

Legenda: ↓Diminuição versus 1ª avaliação; ↑Aumento versus 1ª avaliação; ↔Sem diferenças versus 1ª avaliação IMC = Índice de Massa Corporal; LDL = Lipoproteínas da Baixa Densidade; HDL = Lipoproteínas de Alta Densidade; (*) = Diferença Estatisticamente Significativa (p<0,05)

Tabela 3: Impacto de programas de alta intensidade e curta duração na alteração da pressão arterial e do perfil metabólico

Referência	Objectivo	Amostra	Protocolo	Tipo de Treino	Resultados
(Ruffino et al., 2017)	Efeito de um programa de treino de alta intensidade de esforço reduzido na alteração da composição corporal, pressão arterial e perfil lipídico em adultos obesos	16 homens (55±5)	<ul style="list-style-type: none"> • 8 semanas • 3 x semana ○ Cicloergómetro 25 w – 10 min ○ Realização de sprints: <ul style="list-style-type: none"> - 10 seg – 1-4 sessão - 15 seg – 5-12 sessão - 20 seg – restantes 12 sessões 	Treino de alta intensidade de curta duração	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Corporal ↓ 0,3 % • PAS ↓ 4 % (*) • PAD ↓ 4 % (*) • LDL ↑ 9 % • HDL ↑ 9 % • Triglicédeos ↓ 7 % • Glucose ↓ 7 %
(Miller et al., 2014)	Efeito de um programa de alta intensidade na alteração da composição corporal, pressão arterial e perfil lipídico em adultos obesos	8 homens (34,3±12,1)	<ul style="list-style-type: none"> • 4 semanas ○ Aquecimento – 5 min ○ Treino de alta intensidade – 7 exercícios (3x8-12 reps) 	Treino funcional de alta intensidade de curta duração	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Corporal ↓ 1 % • IMC ↓ 2 % • PAS ↓ 6 % (*) • PAD ↓ 3 % • LDL ↓ 7 % • HDL ↓ 2 % • Triglicédeos ↓ 22 % (*) • Colesterol ↓ 10 % (*) • Glucose ↓ 3 %

Legenda: ↓Diminuição versus 1ª avaliação; ↑Aumento versus 1ª avaliação; ↔Sem diferenças versus 1ª avaliação; PAS = Pressão Arterial Sistólica; PAD = Pressão Arterial Diastólica; IMC = Índice de Massa Corporal. LDL = Lipoproteínas da Baixa Densidade; HDL = Lipoproteínas de Alta Densidade; (*) = Diferença Estatisticamente Significativa (p<0,05)

4. Trabalho experimental

**Impacto de um programa de treino funcional de alta
intensidade em circuito na alteração de fatores de risco
cardiometabólico de adolescentes com sobrepeso**

Carolina Canotilho¹, Marta Sobral¹, José Oliveira¹, Daniel Moreira-Gonçalves^{1'2}

¹ Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

² Faculdade de Medicina da Universidade do Porto

Em preparação para submissão para a Revista Portuguesa de Ciências do
Desporto

4.1. Resumo

A obesidade, considerada a epidemia do século XXI, constitui, uma preocupação crescente a nível mundial, sendo por isso prioritário que se intervenha neste domínio. A literatura, permite hoje em dia, relacionar de uma forma consistente, a prática regular de exercício físico com a prevenção desta condição, tomando como exemplo as vantagens associadas à aplicação de programas de treino aeróbio e combinado, reproduzidas na alteração do perfil lipídico de jovens com excesso de peso. Todavia, poucos são os dados que permitem sustentar os benefícios que outros protocolos de treino podem trazer aos seus praticantes. O presente estudo, procura assim, averiguar de que forma um programa de treino de alta intensidade em circuito, de 10 semanas, submetido a 30 alunos do distrito do Porto ($16,87 \pm 13,01$), com IMC igual ou superior a 25 kg/m^2 , altera a pressão arterial e os factores de risco cardiometabólicos dos mesmos. Os resultados permitem sustentar a eficácia da aplicação do protocolo de treino em questão, sendo observável uma diminuição estatisticamente significativa da grande maioria das variáveis estudadas, respeitantes à composição corporal e perfil hemodinâmico e metabólico dos intervenientes.

4.2. Introdução

A obesidade, constitui hoje em dia um problema de saúde pública, sendo mesmo considerada o “Novo Síndrome Mundial”(Nammi et al., 2004). É fundamental que esta problemática se assuma como uma prioridade de intervenção, visto ter sofrido desde a década de 1980 um crescimento de 200%, estimando-se que cerca de 2 biliões de adultos apresentem uma condição de sobrepeso e 600 milhões de obesidade (Ofori-Asenso et al., 2016), podendo, igualmente, ser traduzida no crescimento de 12-20% nos homens e 16-25% nas mulheres (Nammi et al., 2004). Esta tendência é igualmente verificada em Portugal. Segundo a Direção-Geral da Saúde (2015), crianças entre os 10 e os 18 anos, apresentam uma prevalência de excesso de peso e obesidade de 30% e 8%, respectivamente (Filipe et al., 2016). A obesidade, pode então, ser traduzida por um estado de desequilíbrio (Nammi et al., 2004) entre a ingestão desmoderada de calorias e as necessidades energéticas do próprio corpo, sejam elas para a realização de qualquer tipo de atividade ou sustentação dos processos de crescimento, que culmina numa anormal e excessiva acumulação de tecido adiposo (Nammi et al., 2004).

A principal razão pela qual é urgente intervir neste contexto, prende-se com o facto do excesso de peso e a obesidade se assumirem como principais factores de risco para o aparecimento e proliferação de múltiplas doenças crónicas, nomeadamente as doenças metabólicas, cardiovasculares e alguns tipos de cancro (Camarinha et al., 2016; Peters, 2014).

A Organização Mundial de Saúde, sustentada pela atual literatura científica (Janssen & LeBlanc, 2010; Pulgarón, 2013; Wilmot et al., 2012), tem vindo a defender a prática do exercício físico como meio de redução da propagação destas patologias. Contudo, quando a redução dos números da prática de exercício físico se associa ao atual aumento do sedentarismo, torna-se vital e fundamental intervir no sentido de organizar, promover e prescrever programas de treino durante a adolescência, para que a assimilação dos hábitos de vida saudáveis se perpetue no tempo, até à vida adulta (Aarts, Paulussen, &

Schaalma, 1997). Alguns estudos têm evidenciado a importância e a eficácia da prescrição de treino aeróbio (Monteiro et al., 2015; Zorba et al., 2011) e combinado (de Albuquerque Filho et al., 2014; Nascimento et al., 2016; Youssef et al., 2015), associado, claro está, a uma dieta equilibrada para a redução desta condição (de Albuquerque Filho et al., 2014). O sucesso destes programas assume uma eficácia ainda mais acentuada quando prescritos de forma combinada (de Albuquerque Filho et al., 2014; Monteiro et al., 2015), ao invés da sua prática de uma forma isolada. Embora a realização do exercício físico se assuma como uma ferramenta de primeira linha no combate a esta problemática, ainda não está claro qual a intervenção mais eficaz a adoptar (Cauderay & Cachat, 2015). O presente estudo tem como principal objectivo verificar qual o impacto de um programa de treino em circuito de alta intensidade em factores de risco cardiometabólico numa população de adolescentes com sobrepeso.

4.3. Metodologia

4.3.1. Participantes

A amostra inicial do presente estudo é constituída por 30 alunos que frequentavam a escola secundária João Gonçalves Zarco, situada no concelho de Matosinhos, distrito do Porto. Dos 30 participantes, 25 eram do sexo feminino, enquanto que apenas 5 eram do sexo masculino, apresentando idades compreendidas entre os 15 e 19 anos ($17 \pm 13,01$). O presente estudo encontrou-se aberto a todos os alunos que nele quisessem participar, sendo necessário cumprir dois critérios de seleção: frequentarem o 10º, 11º ou 12º anos de escolaridade e apresentarem o valor de IMC igual ou superior a 25 kg/m².

4.3.2. Desenho do estudo

Todos os participantes e encarregados de educação foram informados sobre os objectivos do estudo. A recolha dos dados, que consistiu nas avaliações da composição corporal, pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca

e recolha de amostras de sangue, foi realizada na primeira semana de Abril (antes do início do programa) e segunda semana de Junho de 2016 (após o fim do programa).

O programa de exercício teve duração de 10 semanas (4 Abril a 8 Junho de 2016), divididas em 2 microciclos (cada um repetido ao longo de 4/5 semanas), compostos por 3 treinos distintos, realizados em diferentes dias da semana. Cada sessão de treino teve a duração de 60 minutos, divididos em três partes essenciais do treino: aquecimento; exercícios funcionais de alta intensidade em circuito; retorno à calma. O plano base dos treinos encontra-se descrito em detalhe nos anexos (tabelas 1 e 2) e. Os treinos foram ministrados por profissionais especializados na área de Ciências do Desporto.

4.3.3. Avaliação da composição corporal

O peso corporal e a composição corporal dos participantes foi obtida por bioimpedância tetrapolar (Tanita, modelo BC-418 Segmental Body Composition Analyzer). A altura foi determinada por um estadiómetro (Holtain Ltd, Crymych, UK) e o perímetro abdominal com um fita métrica. Os participantes foram previamente informados que no dia das avaliações deveriam tomar os seguintes cuidados: não ingerir qualquer tipo de alimento/bebida; evitar atividade física no período anterior à medição; não ingerir substâncias diuréticas (incluindo cafeína); vestir o mínimo de equipamento possível.

4.3.4. Avaliação da pressão arterial e frequência cardíaca

Para a medição e avaliação da frequência cardíaca e das pressões arteriais sistólica e diastólica foi utilizado o aparelho Dinamap BP8800. A medição destas duas variáveis foi realizada no primeiro e último dias de avaliação, com ajuda de enfermeiras experientes que se deslocaram à escola.

4.3.5. Avaliação bioquímica

Para a análise bioquímica de sangue, foram efetuadas colheitas de sangue venoso em jejum por enfermeiras experientes que se deslocaram à escola. Recolheu-se aproximadamente 6 mL de sangue para um tubo com EDTA para separação de plasma. De seguida, o sangue foi centrifugado durante 10 minutos a 5000 rpm de modo a separar o plasma, o qual foi armazenado a -80° C para posterior análise bioquímica. Através de um autoanalisador (PRESTIGE 24i, Cormay PZ) procedeu-se à quantificação dos níveis de: glicose, colesterol, triglicerídeos, HDL e LDL.

4.3.6. Análise de dados

A análise dos dados foi efectuada através do programa SPSS, versão 23,0. Após verificação e confirmação da normalidade de todas as variáveis, através da utilização do teste Kolmogorov-Smirnov, procedeu-se à realização de um teste T de medidas repetidas. Considerou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas quando o valor de $p < 0,05$.

Os dados são apresentados sob a forma de média \pm desvio padrão.

4.4. Resultados

Para a análise dos resultados, foram considerados apenas os dados dos participantes que realizaram todos os momentos de avaliação planeados. A amostra do presente estudo inclui rapazes e raparigas, devido ao reduzido número de participantes do sexo masculino ($n=4$), e por não terem sido verificadas diferenças estatisticamente significativas entre ambos os géneros no momento da avaliação inicial do protocolo. Como já foi referido, foram consideradas duas amostras, consoante a natureza das características estudadas, como se pode observar na tabela em baixo apresentada. Foi

considerada um amostra de 21 indivíduos - 17 do sexo feminino e 4 do sexo masculino, com idades compreendidas entre 15 e 18 anos de idade ($17 \pm 0,96$), respeitante à caracterização da composição corporal e perfil hemodinâmico dos participantes. A amostra associada ao perfil metabólico dos alunos foi composta por 18 elementos - 14 do sexo feminino e 4 do sexo masculino, estando as suas idades intervaladas entre os 15 e 18 anos ($16,78 \pm 0,94$).

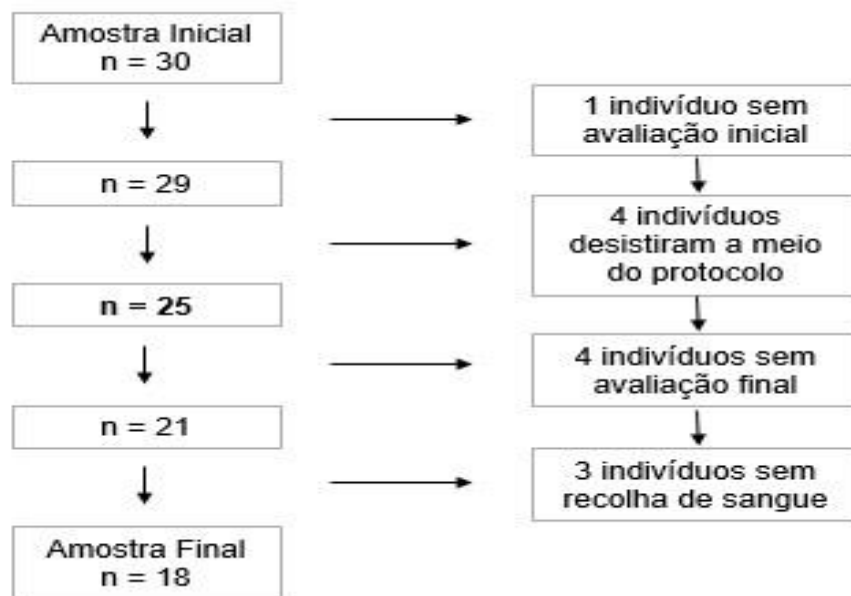


Figura 3: Amostra do estudo ao longo do processo avaliativo

Composição Corporal

Comparativamente ao momento inicial, o programa de exercício físico resultou numa diminuição estatisticamente significativa do peso corporal (figura 4-A) e do IMC (figura 4-B) na avaliação intermédia e final ($p=0,05$).

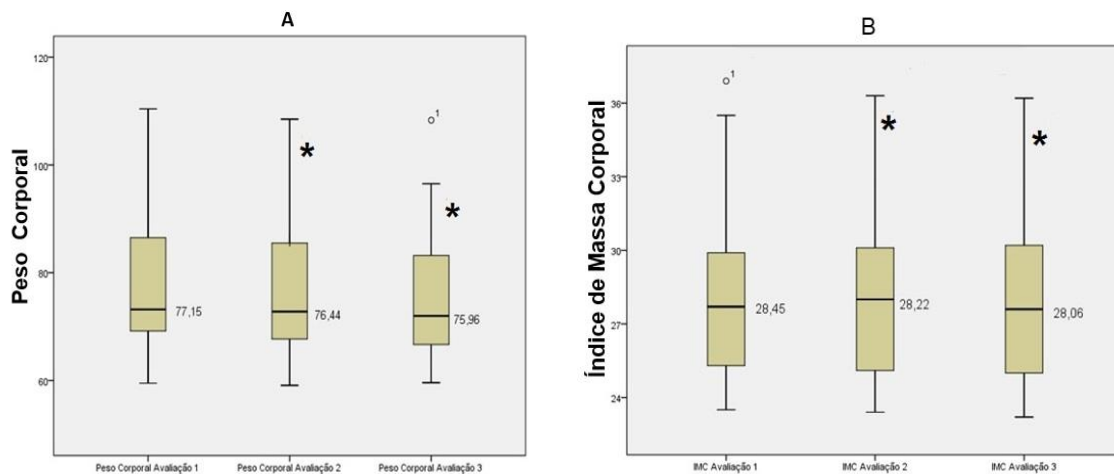


Figura 4: Impacto do programa de treino nas variáveis antropométricas, nos três momentos de avaliação: A) Peso Corporal (kg); B) Índice de Massa Corporal (kg/m²). * $P < 0,05$ vs 1ª avaliação.

- Variáveis Hemodinâmicas

Ao nível dos parâmetros hemodinâmicos, verificamos uma diminuição significativa do primeiro para o último momento de avaliação tanto da pressão arterial sistólica (figura 5-A) e diastólica (figura 5-B) ($p > 0,05$). Relativamente à frequência cardíaca (figura 5-C) verificou-se uma redução mas sem significância estatística ($p = 0,108$).

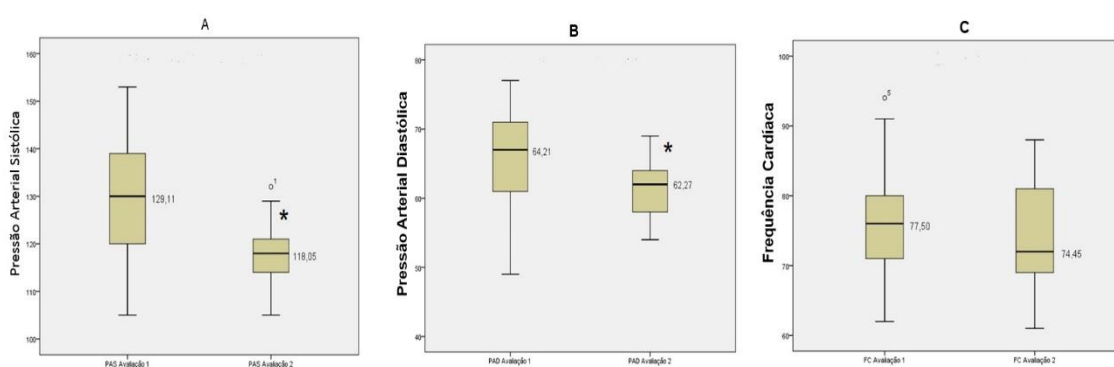


Figura 5: Impacto do programa de treino nas variáveis hemodinâmicas, nos dois momentos de avaliação: A) Pressão Arterial Sistólica (mmHg); B) Pressão Arterial Diastólica (mmHg); C) Frequência Cardíaca (bpm) * $P < 0,05$ vs 1ª avaliação.

- Variáveis Metabólicas

As variáveis metabólicas representadas na figura 6, apresentam valores mais baixos no final do protocolo, quando comparados com o início do mesmo, sendo observável uma diminuição estatisticamente significativa para o colesterol (figura 6-A; $p<0,05$) e glicose (figura 6-B; $p<0,05$). Não foram observadas diferenças nos triglicerídeos (figura 4-C; $p=0,273$).

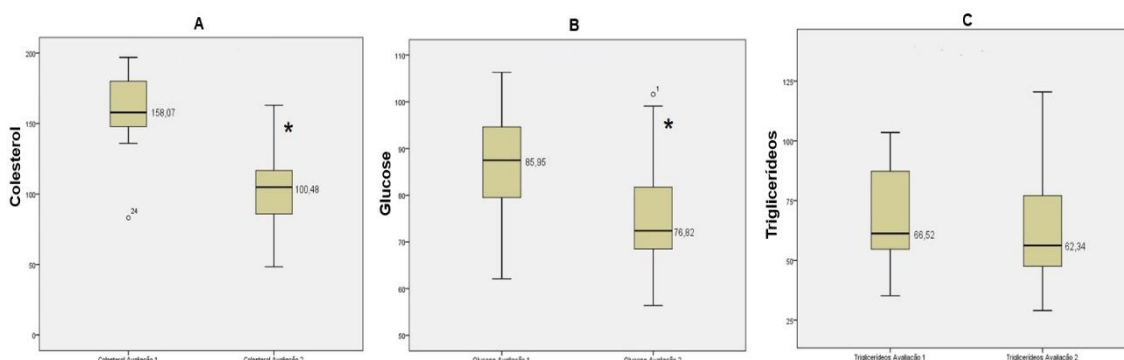


Figura 6: Impacto do programa de treino nas variáveis bioquímicas, nos dois momentos de avaliação: A) Colesterol; B) Glucose; C) Triglicerídeos * $P<0,05$ vs 1ª avaliação.

Como ilustrado na figura 7, verificamos um aumento não significativo do valor do HDL (figura 7-A; $p=0,281$) e uma redução significativa do LDL (figura 7-B; $p=0,000$) do primeiro para o último momento de avaliação.

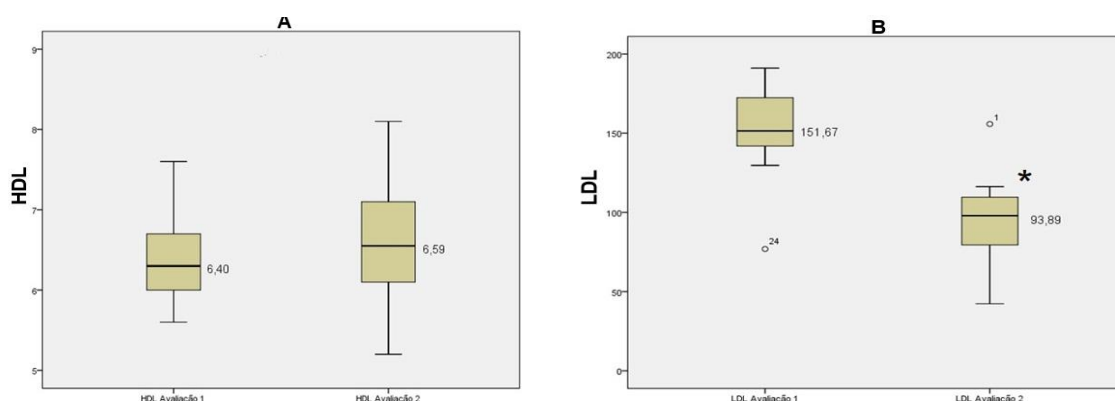


Figura 7: Impacto do programa de treino nas variáveis bioquímicas, nos dois momentos de avaliação: A) HDL B) LDL. * $P<0,05$ vs 1ª avaliação.

Por fim, achou-se pertinente estudar de que forma a assiduidade dos participantes nas sessões de treino influenciaria os resultados finais do protocolo. Não foram, porém, encontradas quaisquer relações entre a frequência e a eficácia dos resultados (dados não apresentados).

4.5. Discussão

O protocolo aplicado no presente estudo teve como principal objectivo verificar o impacto de um programa de treino em circuito de alta intensidade na alteração de factores de cardiometabólicos numa população de adolescentes com sobrepeso.

A prática regular de exercício físico tem vindo a ser apontada como meio eficaz no combate à obesidade. Embora a quantidade de informação sobre protocolos de treino presentes na literatura científica atual seja abundante, permanece por esclarecer qual o método mais eficaz na diminuição das variáveis associadas ao aparecimento e desenvolvimento de riscos cardiometabólicos.

O protocolo de treino aplicado no projecto ZarcoFit, com a duração de 10 semanas, teve um impacto significativamente positivo no peso corporal (<1,54%) e índice de massa corporal (<1,37%). A diminuição das percentagens destas variáveis assumem maior relevância, quando comparadas com os resultados dos estudos de (Mendelson et al., 2015), (Youssef et al., 2015) e (Nascimento et al., 2016), baseados em protocolos de treino combinado, com duração semelhante ao presente trabalho, à exceção do último (32 semanas), apresentando. No primeiro caso, um aumento de 0,22% de peso corporal e diminuição do índice de massa corporal em 0,18%; no segundo, um aumento do peso corporal em 1,06%; e no último, um aumento de 2,43% do peso corporal e diminuição de 1,04% do índice de massa corporal. Contudo, os trabalhos realizados por (de Albuquerque Filho et al., 2014), que prescreveu um protocolo de treino combinado com duração de 16 semanas, e (Zorba et al., 2011), que utilizou um protocolo de treino aeróbio de 12 semanas, apresentam melhorias e

vantagens significativas quando comparadas com o projecto ZarcoFit, com diminuição de 7,21% de peso corporal e 5,68% do IMC, no primeiro caso, e decréscimo do peso corporal e índice de massa corporal, em 8,13% e 17,73%, respectivamente, no segundo.

O projeto ZarcoFit procurou igualmente debruçar-se sobre a alteração do perfil lipídico dos participantes, com relevante diminuição dos valores do colesterol e glucose (36,43% e 10,62%, respectivamente). Estas duas variáveis, são na verdade, as que sofreram uma alteração mais acentuada, e apercebemo-nos disso, quando comparamos o presente estudo com outros programas. Os protocolos de treino combinado (Elmahgoub et al., 2009), (Mendelson et al., 2015) e (Seo, Wi-Young, & Sung, 2016), apresentam uma diminuição dos valores do colesterol de 7,74%, 3,53% e 4,02% respectivamente, e um aumento de glucose de 1,96% no segundo estudo e uma diminuição em 13,35%, no último. A diminuição da percentagem destas variáveis, verificada no projecto ZarcoFit, ganha ainda maior relevância, quando comparamos a diminuição de colesterol (3,06%) e glucose (1,55%) do estudo (Gomes Silva et al., 2015), e 8,55% de colesterol em (Zorba et al., 2011), ambos estudos apoiados em protocolos de treino aeróbio, com duração semelhante ao presente trabalho.

Contudo, a diminuição da percentagem de triglicerídeos (6,28%), verificada no projeto Zarco Fit, foi muito limitada quando comparada com a eficácia observada noutros estudos. Os protocolos de treino descritos em (Elmahgoub et al., 2009), (Mendelson et al., 2015), (Seo et al., 2016), (de Albuquerque Filho et al., 2014) e (Monteiro et al., 2015) apresentam uma diminuição de triglicerídeos de 33,58%, 10,53%, 15,55%, 28,23% e 18,25%, respectivamente, sendo que apenas o estudo de (Nascimento et al., 2016), curiosamente o projeto com maior duração (32 semanas), apresenta uma diminuição mais baixa (2,92%). Também os protocolos de treino aeróbio não se mostram mais eficazes do que o ZarcoFit na diminuição do valor dos triglicerídeos, como podemos verificar nos estudos (Zorba et al., 2011) e (Gomes Silva et al., 2015), com uma diminuição de 5,65% e 0,51%, respectivamente, sendo apenas observável uma diminuição mais acentuada de 20,85% no estudo

de (Monteiro et al., 2015), um protocolo de treino aeróbio de maior duração (20 semanas).

A significativa diminuição das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) de 38,1% apresentada neste estudo, demonstra-se muito superior quando comparada com protocolos de treino combinado de duração semelhante (Elmahgoub et al., 2009), (Mendelson et al., 2015) e (Youssef et al., 2015) (17,2%, 3,85% e 4,85%, respectivamente). Apenas o protocolo de treino combinado descrito no estudo de (Monteiro et al., 2015), com o dobro da duração do projecto Zarco Fit, apresenta uma eficácia superior na diminuição do valor de LDL, com uma redução de 45,51%. Também os protocolos de treino aeróbio presentes nos estudos de (Zorba et al., 2011), (Gomes Silva et al., 2015) e (Monteiro et al., 2015), com diminuição de 22,59%, 7,01% e 34,1% dos valores de LDL, evidenciam uma eficácia menor do que a do presente estudo.

O aumento de 2,88% das lipoproteínas de alta densidade (HDL) verificadas no fim do presente protocolo, é, todavia, inferior ao verificado noutros protocolos de treino combinado (Elmahgoub et al., 2009), (de Albuquerque Filho et al., 2014), (Monteiro et al., 2015) e (Nascimento et al., 2016), que apresentam acréscimo de 16,36%, 16,5%, 12,95% e 3,41% respectivamente, apenas com exceção de uma diminuição desta lipoproteína específica de 2,93%, verificada no projecto de (Seo et al., 2016). Também são verificados resultados mais acentuados no aumento do valor de HDL em estudos que se debruçam sobre protocolos de treino aeróbio, como no caso de (Zorba et al., 2011), (Gomes Silva et al., 2015) e (Monteiro et al., 2015), que apresentam um incremento de 12,03%, 6,25% e 8,07% respectivamente.

Embora o objectivo do presente estudo se tenha debruçado na eficácia do programa de treino aplicado no Projecto zarcoFit na alteração dos riscos cardio-metabólicos em jovens obesos, achou-se pertinente perceber, de uma forma geral, quais os mecanismos fisiológicos subsequentes associados a este tipo de treino. Assumindo o treino de alta intensidade como uma sequência de exercícios dinâmicos realizados em circuito com transições rápidas e períodos de repouso reduzidos, percebe-se que o corpo é submetido a uma exigência

fisiológica tal, que o obriga a manter a frequência cardíaca elevada, durante a totalidade da sessão de treino, com um elevado dispêndio energético associado (Paoli et al., 2010). Também, a produção de uma quantidade elevada de catecolaminas associadas à prática de exercício físico intenso parece estar relacionada com a redução de tecido adiposo branco visceral, devido não só ao seu poder lipolítico e à capacidade de transdiferenciação de tecido adiposo branco em tecido adiposo bege, como também no poder oxidativo de massa gorda após a realização de exercício físico (Heydari, Freund, & Boutcher, 2012; Park, Kim, & Bae, 2014).

4.6. Conclusão

O nosso estudo sugere que o treino de alta intensidade de curta duração é eficaz na melhoria do perfil cardiometabólico de adolescentes com sobrepeso.

4.7. Bibliografia

1. Nammi, S., et al., *Obesity: An overview on its current perspectives and treatment options*. 2004. **3**: p. 3.
2. Ofori-Asenso, R., et al., *Overweight and obesity epidemic in Ghana---a systematic review and meta-analysis*. 2016. **16**: p. 1.
3. Filipe, J., C.A. Godinho, and P. Graça, *Intervenções Comportamentais de Prevenção da Obesidade Infantil: Estado da Arte em Portugal*. (Portuguese). 2016. **5**(2): p. 170.
4. Camarinha, B., P. GraÇA, and P.J. Nogueira, *A Prevalência de Pré-Obesidade/Obesidade nas Crianças do Ensino Pré-Escolar e Escolar na Autarquia de Vila Nova de Gaia, Portugal*. (Portuguese). 2016. **29**(1): p. 31.
5. Peters, R., *Case Studies of Schools Exemplifying Wellness and Lifetime Fitness Models*. 2014. **4**(3): p. 55.
6. Pulgarón, E.R., *Diabetes update: Childhood Obesity: A Review of Increased Risk for Physical and Psychological Comorbidities*. 2013. **35**(1): p. A18.
7. Wilmot, E.G., et al., *Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis*. 2012, Springer.
8. Janssen, I. and A.G. LeBlanc, *Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth*. International Journal of Behavioral nutrition and physical activity, 2010. **7**(1): p. 40.
9. Aarts, H., T. Paulussen, and H. Schaalma, *Physical exercise habit: on the conceptualization and formation of habitual health behaviours*. Health education research, 1997. **12**(3): p. 363-374.

10. Zorba, E., T. Cengiz, and K. Karacabey, *Exercise training improves body composition, blood lipid profile and serum insulin levels in obese children*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 2011. **51**(4): p. 664.
11. Monteiro, P.A., et al., *Concurrent and aerobic exercise training promote similar benefits in body composition and metabolic profiles in obese adolescents*. Lipids in health and disease, 2015. **14**(1): p. 1.
12. Youssef, H., et al., *Aerobic training suppresses exercise-induced lipid peroxidation and inflammation in overweight/obese adolescent girls*. Pediatric exercise science, 2015. **27**(1).
13. de Albuquerque Filho, N.J.B., et al., *Effect of concurrent training on body composition and lipid profile in overweight adolescents*. Journal of Exercise Physiologyonline, 2014. **17**(6).
14. Nascimento, H., et al., *Impact of a School-Based Intervention Protocol-ACORDA Project-On Adipokines in an Overweight and Obese Pediatric Population*. Pediatric exercise science, 2016.
15. Cauderay, M. and F. Cachat, *Analysis of exercise training for treating obesity in children and adolescents: a review of recent programs*. 2015. **63**(3): p. 36.
16. Mendelson, M., et al., *Impact of exercise training without caloric restriction on inflammation, insulin resistance and visceral fat mass in obese adolescents*. Pediatric obesity, 2015. **10**(4): p. 311-319.
17. Elmahgoub, S.M., et al., *The influence of combined exercise training on indices of obesity, physical fitness and lipid profile in overweight and obese adolescents with mental retardation*. European journal of pediatrics, 2009. **168**(11): p. 1327-1333.
18. Seo, D.-i., S. Wi-Young, and D.J. Sung, *CHANGES IN INSULIN RESISTANCE AND ADIPOKINES IN OBESE WOMEN FOLLOWING A 12-WEEK PROGRAMME OF COMBINED EXERCISE TRAINING*. South African Journal for Research in Sport, Physical Education & Recreation (SAJR SPER), 2016. **38**(1).

19. Gomes Silva, H.J., et al., *Improvements on Cardiovascular Diseases Risk Factors in Obese Adolescents: A Randomized Exercise Intervention Study*. 2015. **12**(4): p. 553.
20. Paoli, A., et al., *Effects of three distinct protocols of fitness training on body composition, strength and blood lactate*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 2010. **50**(1): p. 43.
21. Heydari, M., J. Freund, and S.H. Boutcher, *The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males*. Journal of obesity, 2012. **2012**.
22. Park, A., W.K. Kim, and K.-H. Bae, *Distinction of white, beige and brown adipocytes derived from mesenchymal stem cells*. World journal of stem cells, 2014. **6**(1): p. 33.

5. Conclusão

Com o presente trabalho, concluímos que apesar dos protocolos suportados por programas de treino aeróbio e resistido exercerem algum efeito sobre o perfil cardiometabólico de adolescentes com sobrepeso ou obesidade, o treino combinado parece ter maior impacto. A grande vantagem da aplicação de programas de treino combinado prende-se com a sua capacidade de combinar o recrutamento de grandes massas musculares com o elevado dispêndio energético e intensidade sobre os sistemas fisiológicos, características que parecem estar associadas a melhorias e desenvolvimento do corpo humano, num breve espaço temporal.

Relativamente ao nosso estudo experimental, mostramos pela primeira vez que um programa de curta duração de treino combinado, sob a forma de treino em circuito de alta intensidade, melhorou significativamente o perfil cardiometabólico da amostra, especificamente a pressão arterial sistólica e diastólica, colesterol, glucose e lipoproteínas de baixa densidade.

6. Bibliografia

- Aarts, H., Paulussen, T., & Schaalma, H. (1997). Physical exercise habit: on the conceptualization and formation of habitual health behaviours. *Health education research*, 12(3), 363-374.
- Alberti, K. G., Eckel, R. H., Grundy, S. M., Zimmet, P. Z., Cleeman, J. I., Donato, K. A., . . . Smith, S. C. J. (2010). Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. 7(1), 63. doi: 10.14341/2071-8713-5281
- Alkahtani, S. A., King, N. A., Hills, A. P., & Byrne, N. M. (2013). Effect of interval training intensity on fat oxidation, blood lactate and the rate of perceived exertion in obese men. *SpringerPlus*, 2(1), 532.
- Beja, A., Ferrinho, P., & Craveiro, I. (2014). Evolução da prevenção e combate à obesidade de crianças e jovens em Portugal ao nível do planeamento estratégico. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 32(1), 10-17.
- Bhuiyan, M. U., Zaman, S., & Ahmed, T. (2013). Risk factors associated with overweight and obesity among urban school children and adolescents in Bangladesh: a case-control study. 13, 72. doi: 10.1186/1471-2431-13-72
- Camarinha, B., GraÇA, P., & Nogueira, P. J. (2016). A Prevalência de Pré-Obesidade/Obesidade nas Crianças do Ensino Pré-Escolar e Escolar na Autarquia de Vila Nova de Gaia, Portugal. (Portuguese). 29(1), 31.
- Cauderay, M., & Cachat, F. (2015). Analysis of exercise training for treating obesity in children and adolescents: a review of recent programs. 63(3), 36.
- Cinti, S. (2016). Exercise and the Adipose Organ. / Training und das adipöse Organ. 67(4), 77.
- de Albuquerque Filho, N. J. B., Mendes, G., Rebouças, V. A. F. M., de Mello, C. C., Salgueiro, M. I. K., & de Medeiros, H. J. (2014). Effect of concurrent training on body composition and lipid profile in overweight adolescents. *Journal of Exercise Physiologyonline*, 17(6).
- de Gonzalo-Calvo, D., Neitzert, K., Fernández, M., Vega-Naredo, I., Caballero, B., García-Macía, M., . . . Coto-Montes, A. (2010). Original Contribution: Differential inflammatory responses in aging and disease: TNF- α and IL-6 as possible biomarkers. 49(5), 733. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2010.05.019
- Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., & Smith, B. K. (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(2), 459-471.
- Elmahgoub, S. M., Lambers, S., Stegen, S., Van Laethem, C., Cambier, D., & Calders, P. (2009). The influence of combined exercise training on indices of obesity, physical fitness and lipid profile in overweight and obese

- adolescents with mental retardation. *European journal of pediatrics*, 168(11), 1327-1333.
- Faeh, A. (2012) Obesity in Europe: The Strategy of the European Union from a Public Health Law Perspective [notes]. *Vol. 19* (pp. 69).
- Filipe, J., Godinho, C. A., & Graça, P. (2016). Intervenções Comportamentais de Prevenção da Obesidade Infantil: Estado da Arte em Portugal. <i>(Portuguese). </i>. 5(2), 170. doi: 10.5964/pch.v5i2.175
- Fleck, S. J., Mattie, C., & Martensen III, H. C. (2006). Effect of resistance and aerobic training on regional body composition in previously recreationally trained middle-aged women. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 31(3), 261-270.
- Gallagher, E. J., Leroith, D., & Karnieli, E. (2010). Insulin resistance in obesity as the underlying cause for the metabolic syndrome. 77(5), 511. doi: 10.1002/msj.20212
- Gomes Silva, H. J., Andersen, L. B., Lofrano-Prado, M. C., Barros, M. V. G., Freitas Jr, I. F., Hill, J., & do Prado, W. L. (2015). Improvements on Cardiovascular Diseases Risk Factors in Obese Adolescents: A Randomized Exercise Intervention Study. 12(4), 553.
- Hariri, N., & Thibault, L. (2010). High-fat diet-induced obesity in animal models. *Nutrition research reviews*, 23(02), 270-299.
- Hashimoto, T., Sato, K., & Iemitsu, M. (2013). Exercise-inducible factors to activate lipolysis in adipocytes. 115(2), 260. doi: 10.1152/japplphysiol.00427.2013
- Hermisdorff, H. H., Volp, A. C., Puchau, B., Barbosa, K. B., Zulet, M. A., Bressan, J., & Martínez, J. A. (2012). Contribution of gender and body fat distribution to inflammatory marker concentrations in apparently healthy young adults. 61(5), 427. doi: 10.1007/s00011-011-0429-z
- Heydari, M., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2012). The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *Journal of obesity*, 2012.
- Ho, S. S., Radavelli-Bagatini, S., Dhaliwal, S. S., Hills, A. P., & Pal, S. (2012). Resistance, aerobic, and combination training on vascular function in overweight and obese adults. *The Journal of Clinical Hypertension*, 14(12), 848-854.
- Hoque, M. E., Mannan, M., Long, K. Z., & Al Mamun, A. (2016). Economic burden of underweight and overweight among adults in the Asia-Pacific region: a systematic review. 21(4), 458. doi: 10.1111/tmi.12679
- Janssen, I., & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral nutrition and physical activity*, 7(1), 40.
- Kopelman, P. G. (2000). Obesity as a medical problem. *Nature*, 404(6778), 635-643.
- Lehnert, T., Sonntag, D., Konnopka, A., Riedel-Heller, S., & König, H.-H. (2013). 1: Economic costs of overweight and obesity. 27(2), 105. doi: 10.1016/j.beem.2013.01.002
- Licht, C. M., de Geus, E. J., & Penninx, B. W. (2013). Dysregulation of the autonomic nervous system predicts the development of the metabolic syndrome. 98(6), 2484. doi: 10.1210/jc.2012-3104

- Little, J. P., Safdar, A., Wilkin, G. P., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2010). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *588*(Pt 6), 1011. doi: 10.1113/jphysiol.2009.181743
- Logan, G. R., Harris, N., Duncan, S., & Schofield, G. (2014). A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Medicine*, *44*(8), 1071-1085.
- Meek, T. H., & Morton, G. J. (2016). The role of leptin in diabetes: metabolic effects. *59*(5), 928. doi: 10.1007/s00125-016-3898-3
- Mendelson, M., Michallet, A. S., Monneret, D., Perrin, C., Estève, F., Lombard, P., . . . Pépin, J. L. (2015). Impact of exercise training without caloric restriction on inflammation, insulin resistance and visceral fat mass in obese adolescents. *Pediatric obesity*, *10*(4), 311-319.
- Monteiro, P. A., Chen, K. Y., Lira, F. S., Saraiva, B. T. C., Antunes, B. M. M., Campos, E. Z., & Freitas, I. F. (2015). Concurrent and aerobic exercise training promote similar benefits in body composition and metabolic profiles in obese adolescents. *Lipids in health and disease*, *14*(1), 1.
- Nammi, S., Koka, S., Chinnala, K. M., & Boini, K. M. (2004). Obesity: An overview on its current perspectives and treatment options. *3*, 3.
- Nascimento, H., Alves, A., Medeiros, A., Coimbra, S., Catarino, C., Bronze-da-Rocha, E., . . . Aires, L. (2016). Impact of a School-Based Intervention Protocol-ACORDA Project-On Adipokines in an Overweight and Obese Pediatric Population. *Pediatric exercise science*.
- Ofori-Asenso, R., Agyeman, A. A., Laar, A., & Boateng, D. (2016). Overweight and obesity epidemic in Ghana---a systematic review and meta-analysis. *16*, 1. doi: 10.1186/s12889-016-3901-4
- Paoli, A., Pacelli, F., Bargossi, A., Marcolin, G., Guzzinati, S., Neri, M., . . . Palma, A. (2010). Effects of three distinct protocols of fitness training on body composition, strength and blood lactate. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *50*(1), 43.
- Park, A., Kim, W. K., & Bae, K.-H. (2014). Distinction of white, beige and brown adipocytes derived from mesenchymal stem cells. *World journal of stem cells*, *6*(1), 33.
- Peters, R. (2014). Case Studies of Schools Exemplifying Wellness and Lifetime Fitness Models. *4*(3), 55.
- Pulgarón, E. R. (2013). Diabetes update: Childhood Obesity: A Review of Increased Risk for Physical and Psychological Comorbidities. *35*(1), A18. doi: 10.1016/j.clinthera.2012.12.014
- Rocha-Rodrigues, S., Rodríguez, A., Becerril, S., Ramírez, B., Gonçalves, I. O., Beleza, J., . . . Magalhães, J. (2017). Physical exercise remodels visceral adipose tissue and mitochondrial lipid metabolism in rats fed a high-fat diet. *44*(3), 386.
- Rosen, E. D., & MacDougald, O. A. (2006). Adipocyte differentiation from the inside out. *7*(12), 885. doi: 10.1038/nrm2066
- Seo, D.-i., Wi-Young, S., & Sung, D. J. (2016). CHANGES IN INSULIN RESISTANCE AND ADIPOKINES IN OBESE WOMEN FOLLOWING A 12-WEEK PROGRAMME OF COMBINED EXERCISE TRAINING. *South*

- African Journal for Research in Sport, Physical Education & Recreation (SAJR SPER)*, 38(1).
- Silva, H. J. G., Andersen, L. B., Lofrano-Prado, M. C., Barros, M. V., Freitas Jr, I. F., Hill, J., & do Prado, W. L. (2015). Improvements on cardiovascular diseases risk factors in obese adolescents: a randomized exercise intervention study. *Journal of Physical Activity and Health*, 12(4), 553-560.
- Spalding, K. L., Arner, E., Westermark, P. O., Bernard, S., Buchholz, B. A., Bergmann, O., . . . Arner, P. (2008). Dynamics of fat cell turnover in humans. 453(7196), 783. doi: 10.1038/nature06902
- Stein, Q. P., Mroch, A. R., De Berg, K. L., & Flanagan, J. D. (2011). The influential role of genes in obesity. *Spec No*, 12.
- Taverna, M. J., Martínez-Larrad, M. T., Frechtel, G. D., & Serrano-Ríos, M. (2011). Lipid accumulation product: a powerful marker of metabolic syndrome in healthy population. 164(4), 559. doi: 10.1530/EJE-10-1039
- von Lengerke, T., & Krauth, C. (2011). Review: Economic costs of adult obesity: A review of recent European studies with a focus on subgroup-specific costs. 69(3), 220. doi: 10.1016/j.maturitas.2011.04.005
- Wilmot, E. G., Edwardson, C. L., Achana, F. A., Davies, M. J., Gorely, T., Gray, L. J., . . . Biddle, S. J. (2012). Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis: Springer.
- Wright, S. M., & Aronne, L. J. (2012). Causes of obesity. 37(5), 730.
- Wronska, A., & Kmiec, Z. (2012). Structural and biochemical characteristics of various white adipose tissue depots. 205(2), 194.
- Yi, X., Yin, C., Chang, M., & Xiao, Y. (2012). Prevalence and risk factors of obesity among school-aged children in Xi'an, China. 171(2), 389. doi: 10.1007/s00431-011-1566-7
- Youssef, H., Groussard, C., Lemoine-Morel, S., Pincemail, J., Jacob, C., Moussa, E., . . . Delamarche, A. (2015). Aerobic training suppresses exercise-induced lipid peroxidation and inflammation in overweight/obese adolescent girls. *Pediatric exercise science*, 27(1).
- Zorba, E., Cengiz, T., & Karacabey, K. (2011). Exercise training improves body composition, blood lipid profile and serum insulin levels in obese children. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(4), 664.

7. Anexos

7.1. Microciclo 1 - Treino 1

1) Aquecimento com exercícios de mobilidade dinâmica durante 8 minutos, seguindo-se 6 minutos de mobilidade estática.

2) 12 minutos de técnica, de cada exercício a ser realizado durante o circuito.

3) Circuito composto por 3 estações, cada uma com 2 exercícios distintos. Alguns exercícios podem ter variações, consoante a dificuldade dos participantes.

Um minuto de descanso entre cada estação. Fazer o máximo de séries possíveis.

1ª estação: 50 saltos à corda e 15 sit ups (2 variações possíveis : 1) apoiar os pés no espaldar; 2) elevação do tronco até 45°);

2ª estação: 10 thrusters com halter (variação, realizar dois movimentos separadamente, agachamento e depois shoulder press) e 10 burpees (variação 1) uma perna de cada vez atrás/frente; 2) flexão de braços com o joelho no chão; 3) iniciar na posição agachada e voltar para essa posição antes de levantar;)

3ª estação: 10 push ups (variação: 1) apoiar os joelhos no chão) e 4x 15 shuttle run;

4) 10 Minutos de retorno à calma e alongamentos.

7.2. Microciclo 1 – Treino 2

1) Aquecimento com exercícios de mobilidade dinâmica durante 15 minutos, seguindo-se 7 minutos de mobilidade estática.

2) 10 minutos de técnica, de cada exercício a ser realizado durante o circuito.

3) Circuito composto por 2 estações, cada uma com 3 exercícios distintos. Alguns exercícios podem ter variações, consoante a dificuldade dos participantes.

Realizar 4 séries dentro de cada estação ou 6 minutos seguidos para terminar. Um minuto de descanso entre cada estação.

1ª estação: 2x15 metros bear crawl e 15 over head squat (OHS) com bastão (variação: apoiar o bastão nas costas)

2ª estação: 2 wall climb (variação: 5x :flexão+prancha na posição inicial do wall climb;) e 20 walking lunge com carga acima da cabeça (variações: 1) sem carga; 2) fazer uma passada, ficar em pé, e depois a outra;)

4) 10 minutos de retorno à calma e alongamentos.

7.3. Microciclo 1 – Treino 3

1) Aquecimento com exercícios de mobilidade dinâmica durante 15 minutos, seguindo-se 7 minutos de mobilidade estática.

2) 7 minutos de técnica, dos exercícios realizados pela primeira vez.

3) Uma única estação composta por vários exercícios realizados em duplas.

Os exercícios podem ter variações, consoante a dificuldade dos participantes.

i) 100 saltos à corda;

ii) 50 up and down;

iii) 100 saltos à corda;

iv) 50 wall ball;

v) 100 saltos à corda;

vi) 50 shuttle run (Vai e vem = 1x);

vii) 100 saltos à corda;

(variações: 1) usar bolas de 2Kg; 2) diminuir o número de repetições e fazer duas voltas completas do circuito)

Por fim, retorno à calma 10 minutos.

7.4. Microciclo 2 – Treino 4

1) Aquecimento: 5 minutos - máximo número de repetições do circuito:
(20 jumping jacks + 20 mountain climbers) + 5 minutos de mobilidade dinâmica e estática.

2) 10 minutos de técnica de cada exercício a realizar no circuito.

3) Circuito com 3 estações (8 minutos) + corrida (6 minutos):

i) 21-15-9 sumo deadlift high pull; 21-15-19 pushups; 7-5-3 vai e vem

ii) 15 pushpress com halter; 20 walking lunges; 25 abdominal v-ups

iii) 100 saltos à corda; 20 wall ball; 20 lombares solo;

4) Retorno à calma 10 minutos.

7.5. Microciclo 2 – Treino 5

1) Aquecimento:

i) 5 minutos de mobilidade geral;

ii) Aquecimento de 7 minutos com os seguintes exercícios: 3x (50'' isometria abdominal, 10m carrinho de mão, 20 situps em duplas, 10 pushup partner).

2) Técnica de todos os exercícios a realizar no circuito durante 10 minutos.

3) Circuito: 30'' on / 15'' off – máximo de repetições de cada exercício:

i) Jump squats

ii) Triceps no banco

iii) KTB swing

iv) Abdominal com bola medicinal

v) Remada com halter unilateral

4) 10 minutos de retorno à calma;

7.6. Microciclo 2 – Treino 6

1) Aquecimento com corrida, 6-8 minutos, seguido de 5 minutos de mobilidade dinâmica e estática.

2) 8 minutos de técnica de cada exercício a realizar no circuito.

3) Circuito: 3 estações realizadas em duplas:

i) 20 medicine ball clean + 20 hollow rocks

ii) 15 thruster com halteres + 10 burpees

iii) 10 russian KTB swing + 10 globet squat KTB

4) Por fim retorno à calma 10 minutos.